

Первый день Толбачинского извержения 1975 г.
Фото П. И. Хряпака.





Толбачинское извержение

А. М. Чирков



Анатолий Максимович Чирков, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории активного вулканизма Института вулканологии Дальневосточного научного центра АН СССР. Руководитель группы по изучению вулканов Камчатки и Курильских о-вов. Начальник экспедиции по изучению Толбачинского извержения 1975 г.

В конце июня 1975 г. сеть региональных сейсмических станций на Камчатке стала регистрировать нарастающий рой неглубоких землетрясений. Большинство их эпицентров располагалось в районе южного подножия одного из действующих гигантов Ключевской группы вулканов — вулкана Плоский Толбачик высотой 3085 м над ур. м. Обработка и анализ сейсмических данных позволили заведующему лабораторией прогноза и механизма извержения Института вулканологии ДВНЦ П. И. Токареву довольно точно предсказать дату начала извержения. Вулканологи смогли заранее подготовиться и начать его изучение с первого дня.

В геологическом отношении район ожидаемого извержения находился в своеобразной и весьма интересной зоне, которую одни исследователи называют региональной зоной шлаковых конусов, другие — зоной ареального (площадного) вулканизма. Она протягивается примерно на 20 км к северо-востоку и на 40—45 км к юго-западу от Плоского Толбачика. Для нее характерна сложная система линейных разрывных нарушений различных порядков, простирающихся в субмеридиональ-

ном и северо-западном направлении. В зоне расположено большое количество шлаковых конусов голоценового возраста, широко распространены базальтовые покровы трещинных излияний. Однако в историческое время трещинных извержений в зоне Толбачика не зафиксировано. И вообще, советским вулканологам не приходилось воочию видеть трещинных извержений. Понятно, с каким интересом и ответственностью отнеслись к изучению этого извержения в Институте вулканологии. Была разработана широкая комплексная программа исследований, создана крупная экспедиция, куда вошли специалисты различных профилей. Научное руководство экспедицией взял на себя директор института С. А. Федотов.

Извержение началось 6 июля в 9 ч 45 мин местного времени в 18 км к югу от кратера Плоский Толбачик, на высоте 880 м над ур. м. Вначале на вскрывшейся трещине наблюдалось четыре эксплозивных жерла, выбрасывающих раскаленные бомбы на высоту 0,5—0,7 км и пепел на 4—5 км. Сила и частота выбросов постепенно нарастала, локализуясь в одном жерле. Начал расти первый шлаковый конус. Через три дня конус перешел к основному для него «плинианскому» типу деятельности, который характеризуется непрерывным, практически равномер-

Фото В. Е. Гиппенрейтера.

ным выносом огромного объема шлака, бомб и пепла в мощной газовой струе. Раскаленные до температуры выше 1000° пирокластика и газы образовали вертикальную огненную свечу высотой до 2,5 км. Выше, до высоты 10—12 км, быстро поднималась, клубясь и расширяясь, газово-пепловая туча. Массивные вулканические бомбы до 30 см в поперечнике падали в радиусе 2 км и более, шлак размером 3—5 см разлетался на 7—8 км, шлейф тонкого рассеянного пепла протягивался временами на 800—

палатками стало быстро засыпать шлаком. В 2 км от конуса слой шлака наращивался на 70—80 см за ночь. Спасая людей, аппаратуру и снаряжение, приходилось спешно переселяться. Но менялось направление ветра, и новые лагеря опять оказывались в зоне шлакопадов. В конце концов пришлось отступить на расстояние 4—4,5 км. Но и здесь необходимо было носить каску, по которой непрерывно барабанили осколки шлака. Мы едва успевали откапывать палатку из-под горы пепла и шлака. Тяжело приходилось гео-

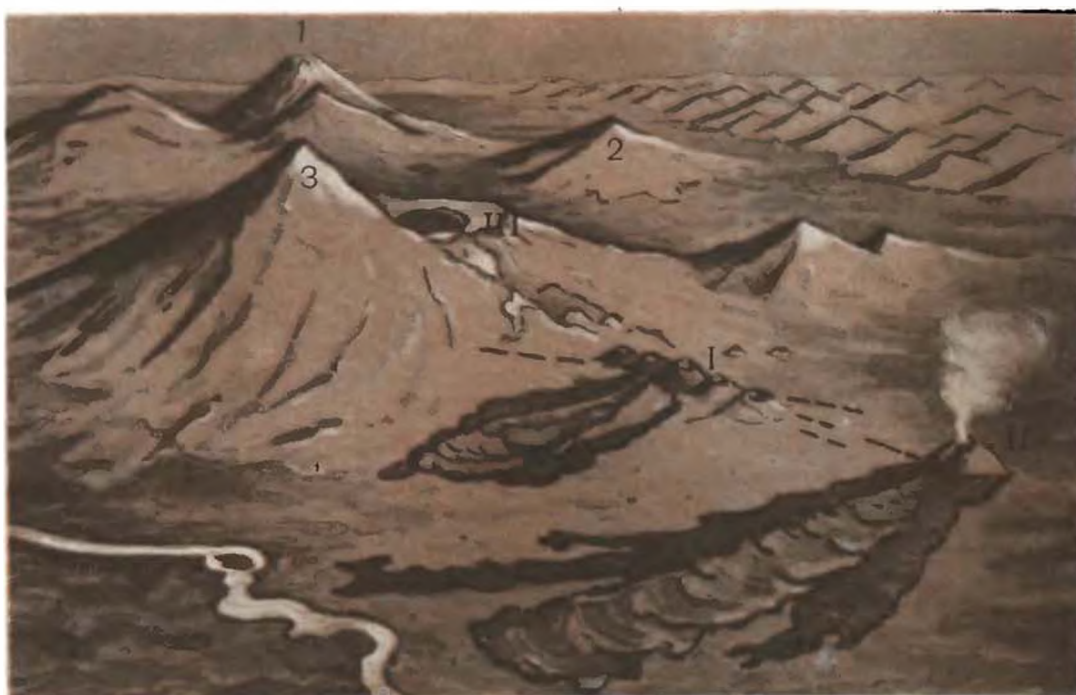


Схема расположения центров Толбачинского извержения (составлено Н. А. Гусевым). I — лавовые потоки и конусы Северного прорыва, II — конус и лавовые потоки Южного прорыва, III — вершинный кратер Плоского Толбачика; 1 — Ключевской вулкан, 2 — Безымянный вулкан, 3 — Острый Толбачик.

1000 км. Пепловую тучу во всех направлениях пронизывали мощные молнии с интервалами в несколько секунд. В результате сгорали приборы, нарушалась радиосвязь. И не только электрические разряды мешали спокойно жить и работать. Первые отряды, прибывшие к месту извержения, разбили лагери поближе к извержению на «травке». Когда вулкан заработал в «плинианском» режиме, «травку» вместе с находившимися на ней

дезистам. Их интересовали горизонтальные и вертикальные деформации земной поверхности, а они, естественно, происходят в основном около вулкана. И хотя на вооружении у геодезистов имеются лазерные светодальномеры, новейшие теодолиты, нивелиры и наклонометры, М. А. Магуськину, В. Е. Левину, Н. А. Жаринову, В. Б. Энману и их помощникам подолгу приходилось быть вблизи вулкана. Бывали случаи, когда за день они насчитывали в своих палатках более чем по 30 пробоин.

Однако отсутствие комфорта компенсировалось величием зрелища и профессиональным интересом. В экспедиции работали вулканологи, которые изучали и наблюдали по восьми—



Жидкая лава, вырвавшаяся из северной бокки первого вулкана.

десяти и более извержений вулканов Камчатки и Курил. Тем не менее их, как новичков, приводили в изумление многие явления, сопровождавшие это извержение. Так, утром 29 июля древний шлаковый конус, расположенный южнее извержения, и не имеющий, казалось бы, к нему никакого отношения, вдруг раскололся на две части. Одна его часть в течение нескольких часов «отъехала» в сторону на 50 м и была поднята вверх

на 25 м. Из образовавшегося глубокого ущелья начал изливаться первый лавовый поток. Через три дня прорвалось еще одно отверстие — лавовая бокка — у северного подножия конуса началось излияние второго потока, которое сопровождалось фонтанированием лавы из бокки на высоту до 150 м. Извержение вступило в качественно новую фазу. Для исследователей настала пора великих кочевий. Лавовые потоки нацеливались прямо на лагери и гоняли исследователей с места на место. Дело в том, что люди вынуждены были селиться у немногочисленных озерков с водой. А вода скапливалась в пониженных местах рельефа, куда в первую очередь устремлялась лава. В конце концов она залила все озер-



Фронт лавового потока высотой около 4 м. Северный прорыв.

ки и лужи, еще не засыпанные шлаком. Дождевая вода в пищу не годилась. Промывая пеплово-газовую тучу, дождь поставлял на поверхность не слишком разбавленную кислоту (рН 2—3) с растворенными, абсолютно «несъедобными» компонентами. Пришлось привозить воду вертолетами за десятки километров.

Деятельность кратера долгое время оставалась такой же, как до излияния лавы. Все изменилось вечером 8 августа,

когда из кратера густо пошел пудрообразный пепел белого цвета, резко отличавшийся от ранее выпадавшего размером частиц и цветом. Количество кремнекислоты в этом пепле возросло с 49 до 53%. К тому же поднялся ветер со скоростью 30—35 м/с, началась настоящая пепловая буря, на расстоянии метра ничего не было видно. К утру 9 августа все стихло, лава остановилась. Первый конус прекратил деятельность. По геодезическим данным, высота его к этому времени составляла 330 м, объем — 0,17 км³.

Однако все ожидали продолжения извержения, так как сейсмостанции записывали новый рой землетрясений. Оно не заставило себя ждать. Начало изверже-



Очередное переселение вулканологов.

ния посчастливилось в деталях наблюдать вулканологу А. П. Хренову и студенту В. Н. Андрееву. Они отправились за образцами последних порций лавы из первого конуса. По дороге решили сделать перекур. Перекурив, стали обходить конус с севера, и в это время метрах в 250—300 прямо перед собой увидели, как на поверхности вспоролась трещина длиной около 400 м. Перекур спас жизнь обоим. Сначала из трещины выделялся пар и газ, насыщенный пеплом, затем стали видны крохотные, высотой 0,5—1 м, фонтанчики лавы. Через несколько минут лава фонтанировала по всей трещине из 11 мигрирующих жерл на высоту до 150 м. Постепенно фонтаны сфокусировались в четырех жерлах, начал быстро рас-

ти второй конус. Спустя несколько часов взрывная активность «плинианского» типа была такой же, как у первого конуса. Сразу после образования конуса поползли глыбовые лавовые потоки, сначала на север и юг, затем лава вынесла на себе западный сектор постройки и медленно, со скоростью 10 м/ч, двинулась вниз широким фронтом. На расстоянии 1,5 км от кратера ширина лавового потока составляла 1 км, высота — около 40 м. Температура лавы у истока, измеренная оптическим пирометром, составляла 960° .

Второй конус функционировал 37 дней и позволил вулканологам сделать ряд находок и наблюдений. Особенно интересными в лавах и бомбах второго конуса были включения обломков минералов и горных пород, чуждых породам этого извержения. В основном они были представлены вулканогенно-осадочными породами, встречались также много белых и серых лемз, крупнопорфировых оливин-пироксеновых базальтов и кремнистых пород различного возраста. Включения



Всем фронтом лавовый поток подходит к лагерью.

самых неправильных форм обычно заключены в базальтовую оболочку толщиной от 1 мм до 5—7 см, образующую почти правильные шары диаметром от нескольких до 20—30 сантиметров. Механизм образования шарообразных форм пока не ясен.

Охотники за включениями с истинно охотничьим азартом разбивали шары, усеявшие склоны и подножия второго конуса. Больше других повезло вулканологу Ю. М. Дубику. Ему удалось обнаружить образцы с хорошо сохранившейся окаменелой флорой и фауной.

Эхо Толбачинского извержения прокатилось по всей стране. Началось паломничество туристов, журналистов, фотокор-

респондентов. 17 августа, когда мы ждали очередную группу гостей, второй конус «забастовал», сначала работал очень слабо, а потом замолчал на целых семь часов. Однако сейсмографы вновь начали регистрировать подземные толчки. Начальник сейсмологического отряда В. В. Степанов успокаивал нас: «Не волнуйтесь, пишем «рой», скоро рванет». И действительно, вечером рвануло севернее второго конуса. События развивались так же, как при образовании второго конуса: появились трещины, затем лавовые фонтаны, после этого начал расти конус.

Вскоре к западу от третьего конуса образовалась новая система трещин, на этот раз широтного простирания, охватившая область 1,5 км в длину и 0,7 км в ширину. Земля расползалась прямо на глазах со скоростью нескольких сантиметров в час, ширина главной трещины достигала 5 м в рыхлых отложениях и 1,5 м в скальных породах. 22 августа в этой области возник четвертый конус, но деятельность его была значительно слабее





Пепловые выбросы из второго конуса.

Начало четвертого извержения. Лава фонтанирует по трещине.



Так выглядит фонтанирующая по трещине лава ночью.





Трещина у подножия второго конуса. Северный прорыв.

предыдущих, он так и остался малюткой. На трещинах 23 августа появились три группы лавовых котлов общей протяженностью до 500 м. В котлах плескалась лава, вздувались и лопались лавовые пузыри диаметром до 3 м.

В эти дни извержения можно было наблюдать неповторимую картину — одновременно работало три конуса и лавовые котлы, в разных направлениях двигались потоки лавы. Большое впечатление производило это зрелище ночью, особенно если забраться в полукруг, образованный конусами и котлами. 25 августа почти одновременно прекратилась деятельность третьего и четвертого конусов и лавовых котлов.

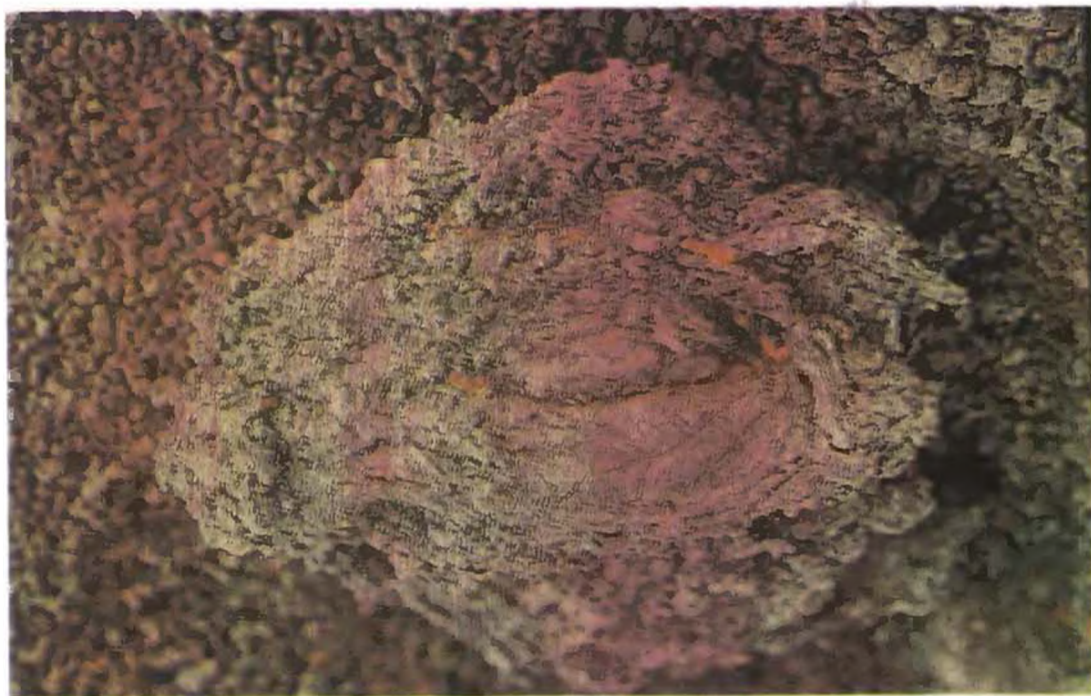
С завидным постоянством продолжал работать второй конус.

Перелом в характере извержения наступил 11 сентября, когда из двух новых бокк второго конуса началось излияние самого жидкого из наблюдавшихся до этого момента лавовых потоков. Он двигался многочисленными рукавами мощностью от 0,5 до 0,8 м, широким фронтом (до 1 км). В 2,5 км от истока, на склоне крутизной в 5—7°, лава обтекала все неровности рельефа, оставляя множество больших и малых островков. На одном из островков до настоящего времени стоит лагерь вулканологов. Только успели вынести собранные образцы, и кольцо лавы замкнулось. Когда вязкая лава медленно заливала озера, большая часть воды успевала испаряться и происходили взрывы незначительной силы. Жидкая же лава практически мгновенно перекрывала водоемы, вся вода оставалась

Эволюция вершинного кратера Плоский Толбачик. А — до извержения, Б — 25 августа 1975 г., В — 27 декабря 1975 г. (По Н. А. Гусеву)







Грозовые разряды сопровождают извержение. При большой плотности лавовых выбросов разряды следовали с интервалами 2—3 с.

Вверху и внизу вулканические бомбы, которые можно видеть после окончания извержения у подножия вулканов.



под ней, превращаясь в пар, и происходили вторичные взрывы. Один из таких взрывов произошел недалеко от нашего лагеря, но, к счастью, никто не пострадал.

15 сентября деятельность второго конуса прекратилась, завершив тем самым извержение всей этой группы кратеров. Из-за последующих событий эти извержения пришлось назвать Северным прорывом.

В результате деятельности Северного прорыва образовались три больших шлаковых конуса: первый высотой 330 м, второй — 300 м, третий — 150 м. Выброшено обломочного материала 1,13 км³. Объем излившихся лав составил 0,2 км³.

Казалось, это извержение уже ничем не может нас удивить. Но 18 сентября оно возобновилось в 10 км (!) южнее Северного прорыва (поэтому оно было названо Южным прорывом). Здесь сначала появилась трещина длиной 600 м, затем на ней стало фонтанировать более 30 лавовых фантанов, позже осталось одно жерло, вокруг которого и сформировался конус. Южный конус функционировал не так активно, как конусы Северного прорыва. Сильных взрывов и мощных продувок не наблюдалось. Извергалось небольшое количество пепла и шлака, зато образовался обширный лавовый покров, по поверхности которого на расстоянии нескольких километров от кратера мигрировали лавовые бокки, дающие начало небольшим лавовым речкам. Иногда одновременно текли 3—5 и более таких речек. Лава в них была очень жидкая, подвижная. Ее температура, измеренная термопарой, составляла 1100—1200°. Скорость истечения из разных бокк колебалась от 30 до 3500 м/ч. Средний суточный дебит лавы был равен примерно $4 \cdot 10^6$ м³.

На Южном прорыве в период с 18 сентября по 31 декабря 1975 г. образовался шлаковый конус высотой более 100 м и лавовый покров площадью около 50 км², но на этом извержение не закончилось — еще в апреле 1976 г. конус работал, лава продолжала изливаться.

Во время извержения Северного и Южного прорывов активизировалась деятельность и самого вулкана Плоский Толбачик, у которого обрушился вершинный кратер. На плоской вершине вулкана Толбачик располагается котловина — кальдера диаметром 3,7 км, заполненная льдом и материалом извержений. Внутри ее находится малая, внутренняя кальдера диа-

метром 1,5—1,7 км, в западной части которой был кратер. До июля 1975 г. он представлял собой колодец с отвесными стенками диаметром 300—350 м и глубиной около 150 м. Периодически на его дне появлялось лавовое озеро. В последний раз его видели в 1970 г. В остальное время кратер проявлял лишь фумарольную активность, т. е. из него выделялись вулканические газы. В конце июля — начале августа 1975 г. над кратером стали появляться пепловые выбросы, высота которых порой достигала 1,5—2,0 км. Возможно, именно в это время началось обрушение кратера. С августа 1975 г. Н. А. Гусев начал регулярно проводить аэрофотосъемку и дешифрирование снимков всего Толбачинского извержения. На снимках, сделанных 25 августа, уже отчетливо видно значительное увеличение кратера. Воронка в виде полумесяца занимала уже почти половину малой кальдеры. В сентябре — октябре рост кратера продолжался. В ноябре — декабре обрушение замедлилось, хотя следы его отчетливо видны по свежим сколам ледника. По данным аэрофотосъемки 27 декабря 1975 г., кратер занимал почти всю малую кальдеру. Дно кратера полностью занимает озеро, по-видимому, теплое. Диаметр возникшего провала около 1700 м, глубина более 400 м, объем 0,5 км³.

Обрушение вершинного кратера несомненно связано с образованием Северного и Южного прорывов. По-видимому, активизировалась вся региональная зона шлаковых конусов, пересекающая Плоский Толбачик, в результате чего активизировалась и деятельность вершинного кратера. Подобный процесс происходил и в раннем голоцене, когда возникла эта региональная зона шлаковых конусов.

Предварительное изучение твердых продуктов извержения, сделанное О. Н. Волынцом, Г. Б. Флеровым, А. П. Хреновым и др., показывает, что отличия в характере извержения Северного и Южного прорывов и изменения в его динамике находят отражение в петрологических и химических особенностях изверженных материалов. Все твердые продукты по составу отвечают базальтам, но типы их резко различны. Подавляющая часть вулканитов Северного прорыва представлена магнезиальными базальтами умеренной щелочности, тогда как материал Южного прорыва и шлаки вершинного кратера Плоского Толбачи-

ка — относятся к глиноземистым субщелочным базальтам. Лавы Северного прорыва — субафировые с единичными вкрапленниками клинопироксена, магнезального оливина, плагиоклаза и субфенокристаллами тех же минералов. Базальты Южного прорыва эвпорфировые с мегакристаллами плагиоклаза и субфенокристаллами оливина, плагиоклаза и клинопироксена. Обе эти группы пород объединяются вулканитами промежуточного состава, которые извергались на заключительном этапе извержения конусов Северного прорыва в виде жидких лав и в моменты резкой перестройки динамики извержения в виде белых пеплов. Промежуточный состав имеют и самые ранние порции лавы на Южном прорыве. Общий объем вулканитов промежуточного состава не превышает 5—10% массы извергнутого материала.

Итак, при Толбачинском извержении в 1975 г. возникло четыре новых больших шлаковых конуса, извергнуто более 2,0 км³ вулканических продуктов общим весом $2,6 \cdot 10^9$ т. По масштабам это наиболее крупное базальтовое извержение исторического времени в Курило-Камчатском регионе.

Извержение изучалось широким комплексом геологических, геодезических, геофизических, геохимических, физических и других методов. Результаты окончательной обработки всех полученных материалов и их совместный анализ должны помочь нам понять механизм внедрения и движения расплавов в земной коре, размеры, местоположение и динамику магматических очагов, механизм трещинного извержения, условия кристаллизации магматического расплава и характер дифференциации расплава в ходе извержения.

УДК 551.21

Пийп Б. И. НОВЫЙ ПОБОЧНЫЙ КРАТЕР ВУЛКАНА ТОЛБАЧИК. — «Бюлл. вулканологических станций», 1946, № 13.

Пийп Б. И. КЛЮЧЕВСКАЯ СОПКА И ЕЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ В 1944—1945 ГГ. И В ПРОШЛОМ. М., 1956.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Ермаков В. А., Важеевская А. А. ВУЛКАНЫ ОСТРЫЙ И ПЛОСКИЙ ТОЛБАЧИК. — «Бюлл. вулканологических станций», 1973, № 49.

Кирсанов И. Т., Пономарев Г. П. ИЗВЕРЖЕНИЯ ВУЛКАНА ПЛОСКИЙ ТОЛБАЧИК И НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ИХ ПРОДУКТОВ — «Бюлл. вулканологических станций», 1974, № 50.